

MATERIAL OF HEAT RADIATION SUBSTRATE FOR MOUNTING SEMICONDUCTOR, METHOD OF MANUFACTURING THE SAME, AND CERAMIC PACKAGE USING THE SAME

Patent number: JP2001358266

Publication date: 2001-12-26

Inventor: OSADA MITSUO; HIRAYAMA NORIO; ARIKAWA TADASHI;
AMANO YOSHINARI; MAEZATO HIDETOSHI; HAYASHI
HIDESHI; MURAI HIROSHI

Applicant: ALLIED MATERIAL CORP

Classification:

- International: H01L23/373; H01L23/12; H01L23/36

- European: C22C1/04I; C22C27/04; C22F1/08; H01L21/48C5M;
H01L23/373M

Application number: JP20000372405 20001207

Priority number(s): JP20000372405 20001207; JP20000017584 20000126;
JP20000113006 20000414

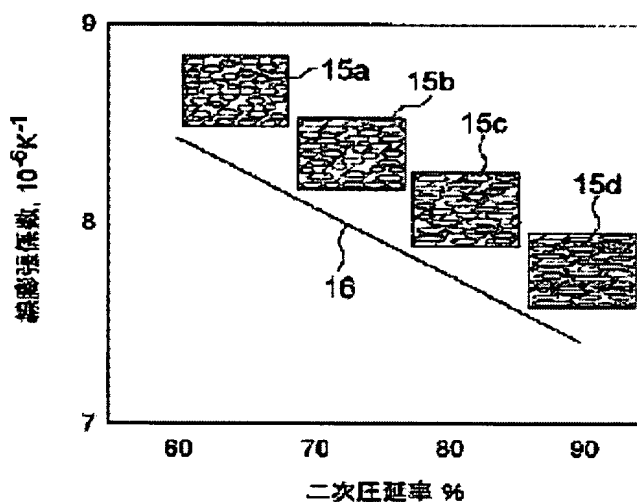
Also published as:



US2002191377 (A)

Abstract of JP2001358266

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a heat radiation substrate for mounting a semiconductor which has a superior thermal conductivity to that of a CMC clad material, as a heat radiation substrate for a ceramic package which can be easily processed by a punching press, heat radiation substrate for mounting a copper-clad semiconductor, methods of manufacturing these, ceramic package using these, and method of manufacturing the ceramic package. **SOLUTION:** A material of the heat radiation substrate for mounting a semiconductor is formed of a copper-molybdenum composite rolled material made by rolling a composite material of molybdenum and copper wherein molten copper is permeated in spaces in the powder of a molybdenum green compact. A coefficient of linear expansion of the plate in the final rolling direction for 30-800 deg.C is $8.3 \times 10^{-6}/K$ or below.



圧延率と熱膨張係数の関係

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-358266
(P2001-358266A)

(43) 公開日 平成13年12月26日 (2001. 12. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 L 23/373		H 0 1 L 23/36	M 5 F 0 3 6
23/12		23/12	J
23/36		23/36	C

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2000-372405 (P2000-372405)
(22) 出願日	平成12年12月 7 日 (2000. 12. 7)
(31) 優先権主張番号	特願2000-17584 (P2000-17584)
(32) 優先日	平成12年 1 月26日 (2000. 1. 26)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)
(31) 優先権主張番号	特願2000-113006 (P2000-113006)
(32) 優先日	平成12年 4 月14日 (2000. 4. 14)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)

(71) 出願人	000220103 株式会社アライドマテリアル 東京都台東区北上野二丁目23番 5 号
(72) 発明者	長田 光生 山形県酒田市大浜二丁目 1 番12号 株式会 社アライドテック内
(72) 発明者	平山 典男 山形県酒田市大浜二丁目 1 番12号 株式会 社アライドテック内
(74) 代理人	100071272 弁理士 後藤 洋介 (外 1 名)

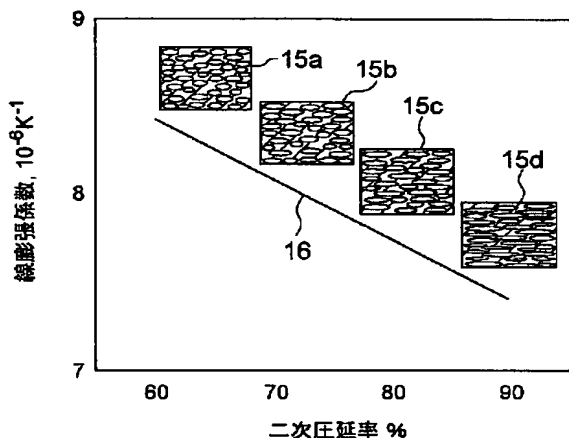
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体搭載用放熱基板材料、その製造方法、及びそれを用いたセラミックパッケージ

(57) 【要約】

【課題】 熱伝導率がCMCクラッド材より勝れ、且つ容易に打ち抜きプレスにて加工出来るセラミックパッケージの放熱基板として半導体搭載用放熱基板と、銅クラッド型半導体搭載用放熱基板と、それらの製造方法と、それを用いたセラミックパッケージとその製造方法とを提供すること。

【解決手段】 半導体搭載用放熱基板材料は、モリブデン圧粉体の粉末間の空隙に、溶融した銅を含有浸透したモリブデンと銅との複合体を圧延した銅-モリブデン複合圧延体であって、板材の最終圧延方向において、30～800℃の線膨張係数が $8.3 \times 10^{-6} / \text{K}$ 以下である。



圧延率と熱膨張係数の関係

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 モリブデン圧粉体の粉末間の空隙に、溶融した銅を含有浸透したモリブデンと銅との複合体を圧延した銅-モリブデン複合圧延体であって、板材の最終圧延方向において、 $30\sim 800^{\circ}\text{C}$ の線膨張係数が $8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下であることを特徴とする半導体搭載用放熱基板材料。

【請求項 2】 請求項 1 記載の半導体搭載用放熱基板材料において、前記複合圧延体は、温度 $100\sim 300^{\circ}\text{C}$ にて加工率 50% 以上で一方向に一次圧延が施され、さらにその方向と交差する方向に冷間で加工率 50% 以上で二次圧延が施され、全加工率を 60% 以上とした圧延材であって、 $30\sim 800^{\circ}\text{C}$ の二次圧延方向の線膨張係数が $7.2\sim 8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ であることを特徴とする半導体搭載用放熱基板材料。

【請求項 3】 請求項 1 記載の半導体搭載用放熱基板材料において、前記複合圧延体の両面に更に、銅板を圧着した銅/銅-モリブデン複合材/銅のクラッド材料からなることを特徴とする銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料。

【請求項 4】 請求項 3 記載の銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料において、中間層を構成する銅-モリブデン複合材は、銅とモリブデンの比率及び圧下率を調整し、 400°C 以下の温度で $8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の線膨張係数を有し、当該銅クラッド型半導体搭載基板材料は、 400°C 以下の温度で $9.0\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の線膨張係数を有することを特徴とする銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料。

【請求項 5】 請求項 3 記載の銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料において、中間層を構成する前記銅-モリブデン複合材は、 $30\sim 800^{\circ}\text{C}$ までの温度で $8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の線膨張係数を有し、当該銅クラッド型半導体搭載基板材料は、線膨張係数が $30\sim 800^{\circ}\text{C}$ までの温度で $9.0\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の線膨張係数を有することを特徴とする銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料。

【請求項 6】 請求項 5 記載の銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料からなる放熱基板を備えていることを特徴とするセラミックパッケージ。

【請求項 7】 平均粒径 $2\sim 5\mu\text{m}$ のモリブデン粉末を $100\sim 200\text{MPa}$ の圧力で加圧成形してモリブデン圧粉体を得、このモリブデン圧粉体の粉末間の空隙に、溶融した銅を非酸化性雰囲気において $1200\sim 1300^{\circ}\text{C}$ で含有浸透し、モリブデンの重量割合 $70\sim 60\%$ 、残り銅からなるモリブデンと銅との複合体を得、この複合体を少なくとも加工率 60% で圧延して複合圧延材を製造する方法であって、前記複合圧延材は、最終圧延方向において、 $30\sim 800^{\circ}\text{C}$ で $8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の線膨張係数を有することを特徴とする半導体搭載用放熱基板材料の製造方法。

【請求項 8】 請求項 7 記載の半導体搭載用放熱基板材料の製造方法において、温度 $100\sim 300^{\circ}\text{C}$ にて加工率 50% 以上で一方向に一次圧延を施し、さらにその方向と交差する方向に冷間で加工率 50% 以上で二次圧延を施し、全加工率を 60% 以上とした圧延工程を備え、 $30\sim 800^{\circ}\text{C}$ の二次圧延方向の線膨張係数が $7.2\sim 8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ であるモリブデンと銅の複合圧延材料を製造することを特徴とする半導体搭載用放熱基板材料の製造方法。

10 【請求項 9】 請求項 7 記載の半導体搭載用放熱基板の製造方法において、前記複合圧延材料の両面に、更に、銅板を圧着することを特徴とする銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料の製造方法。

【請求項 10】 請求項 9 記載の銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料の製造方法において、前記中間層の銅-モリブデン複合材を銅とモリブデンの比率及び圧下率を調整し、 400°C 以下の温度で $8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の線膨張係数を有するように圧延した後、その両表面に銅を圧着して線膨張係数が 400°C 以下の温度で
20 $9.0\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下である銅クラッド複合圧延体を得ることを特徴とした銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料の製造方法。

【請求項 11】 請求項 9 記載の銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料の製造方法において、銅とモリブデンの比率及び圧下率を調整し、 $30\sim 800^{\circ}\text{C}$ までの温度で $8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の線膨張係数を有した中間層を構成する銅-モリブデン複合材を得、その銅-モリブデン複合材の両表面に銅を圧着して $30\sim 800^{\circ}\text{C}$ までの温度で $9.0\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下の線膨張係数を有する銅クラッド複合圧延体を得ることを特徴とした銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料の製造方法。

【請求項 12】 請求項 11 記載の銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料の製造方法に、更に、前記銅クラッド複合圧延体を表面にメタライズ層を付加したセラミックスと直接ロー付けすることを含むことを特徴とするセラミックパッケージの製造方法。

【請求項 13】 モリブデン圧粉体の粉末間の空隙に、銅を含有浸透させ、且つ、圧延することによって構成された複合圧延体において、当該複合圧延体の線膨張係数が前記圧延の際における最終圧延の方向によって規定され、且つ、 $30\sim 800^{\circ}\text{C}$ の範囲において、 $8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下であることを特徴とする複合圧延体。

【請求項 14】 請求項 13 記載の複合圧延体において、前記線膨張率は $30\sim 800^{\circ}\text{C}$ の範囲において、 $7.2\sim 8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ であることを特徴とする複合圧延体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、IC、マイクロ波、光関係の半導体用の放熱基板に供せられる材料に関

し、詳しくは、半導体素子を搭載する放熱板、半導体を収納するセラミックパッケージ、及び同じく半導体を収納するメタルパッケージに使用される放熱部材及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の用途に用いられる放熱材としては、良好な熱伝導率を持ち、且つ半導体やパッケージの主構成材料であるアルミナ (Al_2O_3)、ベリリヤ (BeO)、窒化アルミニウム (AlN) 等に近い熱膨張率を持つことが要求される。

【0003】そして、この種の用途には、従来タングステン粉末の圧粉体を水素雰囲気中で焼結して得たタングステン (W) の多孔体に銅 (Cu) を含浸してなる複合金が用いられている。

【0004】しかるに、近年高周波化が進み、且つ半導体の容量が大きくなってきたため、熱伝導率に限界のある銅-タングステン複合金では満足出来ぬ状況が生じてきた。即ち、アルミナを絶縁材とするセラミックパッケージの場合、アルミナと放熱基板を銀ローで接合し、パッケージを組み立てている。しかし、銀ローが凝固する $780^\circ C$ 前後と常温の間の熱膨張率をアルミナに近似させるためには、銅-タングステン複合体の銅の比率を $10 \sim 13\%$ に留める必要があり、そのため熱伝導率は制約を受ける。

【0005】なぜなら、複合体の熱伝導率はその組成により決まり、材料中に空孔等の欠陥が無く構成金属が固溶し合金を造らない場合、熱伝導率は構成金属の比率で決まる。但し、構成金属に固溶する金属を添加すると熱伝導率は低下する。

【0006】通常、半導体を収納するセラミックパッケージの放熱基板として用いられる銅-タングステン複合金の場合、極微量のニッケル (Ni) 等の鉄族金属を添加して濡れ性を改善し、銅のタングステン多孔体中の空隙への銅の浸透を容易ならしめるため、銅とタングステンとの二元系複合体より熱伝導率は下がる。

【0007】一方、モリブデン (Mo) と銅の組合せの場合、溶融銅のモリブデンへの濡れ性が良いため他金属の添加の必要はない。また、モリブデンと銅はほとんど固溶しないため、その複合材料の熱伝導率は両者の体積比率で決まる。

【0008】ところで、本発明者らは先に、モリブデン粉末を加圧成形して得た圧粉体に銅を含浸せしめて、大容量インバータ等の半導体用の放熱基板に適する熱伝導率の良い複合体を提案した (特願平9-226361号、以下、従来技術1と呼ぶ、参照)。

【0009】また、従来技術1で得られる複合体は圧延性が良く、圧延することにより、より大型の放熱基板が得られる事も併せて提案している。

【0010】近時、大きな発熱量を伴う大容量の半導体素子が用いられる用途が増えている。その一例として電

気を駆動力とする自動車のインバータがある。この場合、数十ワットの電力の変換を行なわねばならず、整流機能を果たす半導体素子は駆動時に大きな発熱を伴う。この熱をラジエータを介し、車の系外に逃がすために通常次の様な構造が用いられている。

【0011】整流素子を絶縁基板 (AlN 等) に搭載し、この絶縁基板複数個を大型の放熱基板にハンダにて固定し取り付け、これをラジエータにネジ等で固定する構造が用いられる。この放熱基板には、熱伝導率が良く、絶縁基板とのハンダ付け後の冷却時に熱膨張率の差により生ずる変形を小さく抑え得る熱膨張特性を持ち、且つネジ等でラジエータに固定するに十分な強度が求められる。

【0012】この用途に対し本発明者らは、圧延率を考慮しないで製作したモリブデンと銅の複合材料を提案した。

【0013】しかるに、自動車の省エネルギーの観点から、上記の熱特性に加え軽量の放熱基板が要求される様になってきた。軽量化に対しては、放熱基板の厚みを薄くすれば目的を達する事が出来る。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、板厚を薄くすると熱容量が落ち且つ絶縁基板をハンダ付けした場合の熱膨張率の差による熱歪みに起因する変形が、板厚が厚い場合に比し大きくなり、ラジエータとの接触の障害となり熱の伝達を妨げる。

【0015】即ち、従来技術1によるモリブデンと銅の複合材料より熱伝導が良く、絶縁基板とのハンダ付け時の熱歪みに関する問題の発生を防止できる範囲の低い熱膨張率を持った材料が要求される。

【0016】本用途には、放熱基板にハンダ付けされる絶縁基板として、一般に熱伝導の良い AlN が用いられるため、それをハンダ付け後の冷却時に熱歪みに起因し発生する放熱基板の変形、絶縁基板の破損等の問題の発生を防ぐために、 $400^\circ C$ 以下での熱膨張係数が $9.0 \times 10^{-6} / K$ より小さい材料が要求される。 $9.0 \times 10^{-6} / K$ より大きい材料を使った場合、セラミック、例えば AlN とをハンダ付けした際、熱収縮時に変形が起きたり接合部やセラミック自体に亀裂が発生してしまうためである。

【0017】一方、上記の電気自動車のインバータへの用途とは別に通信等のマイクロ波発生用の半導体素子を搭載するセラミックパッケージにおいても、半導体素子の発生する熱をパッケージの外部に逃がすために、良好な熱伝導の他に、次の様な特性を持つ放熱基板が要求される。

【0018】セラミックとして通常 Al_2O_3 を主成分とする材料が主に用いられるが、このセラミックと高温 (約 $800^\circ C$) ロー材 ($CuAg$ 共晶ロー材等) にて接合する場合、ロー付け後の冷却時にセラミックとの熱膨

10

20

30

40

50

張率の差に起因する熱歪みでセラミックが破損せず、また放熱基板の変形の少ない材料が放熱基板には求められる。

【0019】特に、近時GaAs等作動時に高熱を発生し且つ熱伝導の悪い半導体素子を用いる場合、素子の接触面に熱伝導の勝れた材料が強く望まれる。この様な目的には、一般のCu-W複合材料や前述の従来技術1によるMo-Cu複合材料では熱伝導が不足する場合がある。

【0020】現在、この様な要求を満たすため[Cu/Mo/Cu]のクラッド材(以下、CMCという)が用いられる場合があるが、このクラッド材には次のごとき問題点がある。

【0021】CMCのクラッド材料は、表層のCu層がロー付け温度(800℃)近辺になると軟化し、冷却時に容易に変形する。クラッド材としてはMoに近い熱的挙動をとるため、接合するセラミック(通常Al₂O₃を主成分とする)に比し熱収縮が小さくCMC複合材の変形が起こり、この変形がパッケージを冷却装置にネジ等で取り付けた場合に、冷却装置との十分な接触の妨げとなり半導体の冷却に問題が起こる。

【0022】また、基板の機械的特性に関しては、CMCクラッド材は中間層のMoが脆いため、板素材から基板部品をプレスにて打ち抜くとMo層内にクラックが生じ易く、特に本クラッド材の場合、軟らかいCu層が両面にあるため、打ち抜き時Mo層のクラック防止が困難となり、一般的に加工費用の高い放電加工により基板部品を造らねばならなくなる。

【0023】他方、半導体セラミックパッケージへの放熱基板として通常用いられるCu-W、Cu-Moは、通常、銀ローで接合される。W、Moは銀ローとの濡れ性が悪い為、Cu-W、Cu-Mo基板の表面にNiメッキが施されている。この為、メタライズを施したセラミックとのロー付けには基板へのNiメッキ工程が必要となるのみならず、Niメッキの密着性不足によるフクレ、あるいはシミ、変色などの問題があり歩留あるいは信頼性に問題があった。

【0024】そこで、本発明の第1の技術的課題は、熱伝導率がCMCクラッド材より勝れ、且つ容易に打ち抜きプレスにて加工出来るセラミックパッケージの放熱基板としての半導体搭載用放熱基板及びその製造方法を提供することにある。

【0025】また、本発明の第2の技術的課題は、セラミックとロー付けしても熱歪みによる諸問題が発生しない熱膨張特性を持つ銅クラッド型半導体搭載用放熱基板及びその製造方法を提供することにある。

【0026】さらに、本発明の第3の技術課題は、前記銅クラッド型半導体搭載用放熱基板を用いたセラミックパッケージ及びその製造方法を提供することにある。

【0027】

【課題を解決するための手段】そこで、これらの問題点を解決するために本発明者等は、熱伝導率がCMCクラッド材より勝れ、且つ容易に打ち抜きプレスにて加工出来るセラミックパッケージの放熱基板として、圧延の加工率を上げ熱膨張率を小さくしたMo-Cu複合材の両面にCu層を付与し、セラミックとロー付けしても熱歪みによる諸問題が発生せぬ熱膨張特性を持つ[Cu/Mo-Cu複合材/Cu]クラッド材(CPC)を見出し、本発明をなすに至ったものである。

10 【0028】即ち、本発明によれば、モリブデン圧粉体の粉末間の空隙に、溶融した銅を含有浸透(以下、含浸と呼ぶ)したモリブデンと銅との複合体を圧延した銅-モリブデン複合圧延体であって、板材の最終圧延方向において、30~800℃の線膨張係数が $8.3 \times 10^{-6} / K$ 以下であることを特徴とする半導体搭載用放熱基板材料が得られる。

【0029】また、本発明によれば、前記半導体搭載用放熱基板材料において、前記複合圧延体は、温度100~300℃にて加工率50%以上で一方向に一次圧延が施され、さらにその方向と交差する方向に冷間で加工率50%以上で二次圧延が施され、全加工率を60%以上とした圧延材であって、30~800℃の二次圧延方向の線膨張係数が $7.2 \sim 8.3 \times 10^{-6} / K$ であることを特徴とする半導体搭載用放熱基板材料が得られる。

【0030】また、本発明によれば、前記半導体搭載用放熱基板材料において、前記複合圧延体の両面に更に、銅板を圧着した銅/銅-モリブデン複合材/銅のクラッド材料からなることを特徴とする銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料が得られる。

30 【0031】また、本発明によれば、前記銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料において、中間層を構成する銅-モリブデン複合材は、銅とモリブデンの比率及び圧下率を調整し、400℃以下の温度で $8.3 \times 10^{-6} / K$ 以下の線膨張係数を有し、当該銅クラッド型半導体搭載基板材料は、400℃以下の温度で $9.0 \times 10^{-6} / K$ 以下の線膨張係数を有することを特徴とする銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料が得られる。

【0032】また、本発明によれば、前記銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料において、中間層を構成する前記銅-モリブデン複合材は、30~800℃までの温度で $8.3 \times 10^{-6} / K$ 以下の線膨張係数を有し、当該銅クラッド型半導体搭載基板材料は、線膨張係数が30~800℃までの温度で $9.0 \times 10^{-6} / K$ 以下の線膨張係数を有することを特徴とする銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料が得られる。

【0033】また、本発明によれば、前記銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料からなる放熱基板を備えていることを特徴とするセラミックパッケージが得られる。

50 【0034】また、本発明によれば、平均粒径2~5μmのモリブデン粉末を100~200MPaの圧力で加

圧成形してモリブデン圧粉体を得、このモリブデン圧粉体の粉末間の空隙に、熔融した銅を非酸化性雰囲気において1200～1300℃で含浸し、モリブデンの重量割合70～60%、残り銅からなるモリブデンと銅との複合体を得、この複合体を少なくとも加工率60%で圧延して複合圧延材を製造する方法であって、前記複合圧延材は、最終圧延方向において、30～800℃で 8.3×10^{-6} /K以下の線膨張係数を有することを特徴とする半導体搭載用放熱基板材料の製造方法が得られる。

【0035】ここで、本発明において、含浸温度が1200℃よりも低い場合、Cuの粘性が高いため、圧粉体に十分に入り込まず空隙などの原因となる。また、1300℃より高い場合、Cuの粘性が低下するため、入り込んだCuが染み出してしまふ。一方、全加工率が60%より低い場合は、十分Moが加工されないため、線膨張率をコントロールすることが難しい。

【0036】また、本発明によれば、前記半導体搭載用放熱基板材料の製造方法において、温度100～300℃にて加工率50%以上で一方向に一次圧延を施し、さらにその方向と交差する方向に冷間で加工率50%以上で二次圧延を施し、全加工率を60%以上とした圧延工程を備え、30～800℃の二次圧延方向の線膨張係数が $7.2 \sim 8.3 \times 10^{-6}$ /Kであるモリブデンと銅の複合圧延材料を製造することを特徴とする半導体搭載用放熱基板材料の製造方法が得られる。

【0037】また、本発明によれば、前記半導体搭載用放熱基板材料の製造方法において、前記複合圧延材料の両面に、更に、銅板を圧着することを特徴とする銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料の製造方法が得られる。

【0038】また、本発明によれば、前記銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料の製造方法において、前記中間層の銅-モリブデン複合材を銅とモリブデンの比率及び圧下率を調整し、400℃以下の温度で 8.3×10^{-6} /K以下の線膨張係数を有するように圧延した後、その両表面に銅を圧着して線膨張係数が400℃以下の温度で 9.0×10^{-6} /K以下である銅クラッド複合圧延体を得ることを特徴とした銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料の製造方法が得られる。

【0039】また、本発明によれば、前記銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料の製造方法において、銅とモリブデンの比率及び圧下率を調整し、30～800℃までの温度で 8.3×10^{-6} /K以下の線膨張係数を有した中間層を構成する銅-モリブデン複合材を得、その銅-モリブデン複合材の両表面に銅を圧着して30～800℃までの温度で 9.0×10^{-6} /K以下の線膨張係数を有する銅クラッド複合圧延体を得ることを特徴とした銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料の製造方法が得られる。

【0040】また、本発明によれば、前記銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料の製造方法に、更に、前記銅クラッド複合圧延体を表面にメタライズ層を付加したセラミックスと直接ロー付けすることを含むことを特徴とするセラミックパッケージの製造方法が得られる。

【0041】また、本発明によれば、前記銅クラッド型半導体搭載用放熱基板材料の製造方法において、銅とモリブデンの比率及び圧下率を調整し、30～800℃までの温度で 7.9×10^{-6} /K以下の線膨張係数を有した中間層を構成する銅-モリブデン複合材を得、その銅-モリブデン複合材の両表面に銅を圧着して30～800℃までの温度で 8.3×10^{-6} /K以下の線膨張係数を有する銅クラッド複合圧延体を得ることを特徴とした半導体用セラミックパッケージ用放熱基板材料の製造方法が得られる。

【0042】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0043】図1(a)及び(b)は本発明の実施の形態による半導体搭載用放熱基板材料としての圧延複合板を搭載したセラミックパッケージの種々の例を示す図である。

【0044】図1(a)を参照すると、セラミックパッケージ10は、銅クラッドした圧延複合板又は圧延複合板1を放熱基板として用いている。放熱基板上には、半導体チップ2が接着剤3bを介して固定接続されている。セラミックパッケージ本体であるセラミック5は、底部中央に穴部9を備えており、この穴部9から半導体チップ2がセラミック5内に挿入されるとともに、穴部外側のセラミック5面と放熱基板とを銀ロー3aを介して接合することで、半導体チップ2周辺のセラミックを放熱基板によって覆う形状となっている。セラミック5には、基板や基板に設けられたコネクタに接続するための端子であるピン4が圧延複合板1側に突出して植設されている。これらのピン4と、半導体チップ2とはボンディングワイヤ8を介して電気接続されている。セラミック5と、それを覆うセラミックリッド6とは、低融点ガラスを介して接合され、内部の半導体チップ2を封じる構成となっている。

【0045】また、図1(b)を参照すると、セラミックパッケージ20は、放熱基板である圧延複合板1上に半導体チップ2がAuSn半田3cを介して接合されて、この半導体チップ2を搭載した放熱基板は、セラミック5'の一端を封じるように、銀ロー3aを介して接合することによって、セラミック5'内部に半導体チップ2が収容されている。半導体チップ2は、セラミック5'の側面を貫通して設けられたピン4の内側端部にボンディングワイヤ8を介して電気接続されている。また、セラミック5'の他端は、図1(a)の例と同様にセラミックリッド6'を低融点ガラス7を介して接合す

ることによって封じられている。

【0046】次に図1(a)及び(b)に用いた放熱基板について具体的に説明する。

【0047】本発明者らは、前述した従来技術による複合体、即ち、平均粒径 $2\sim 4\mu\text{m}$ のモリブデン粉末を $100\sim 200\text{MPa}$ の圧力で加圧成形してモリブデン圧粉体を得、このモリブデン圧粉体の粉末間の空隙に、溶融した銅を非酸化性雰囲気において $1200\sim 1300^\circ\text{C}$ で含浸し、モリブデンの重量割合 $70\sim 60\%$ 、残り銅からなるモリブデンと銅とのCu-Mo複合体を、温度 $100\sim 300^\circ\text{C}$ にて加工率 50% 以上で一方向に一次圧延を施し、さらにその方向と直角に冷間で加工率 50% 以上で二次圧延を施し、全加工率を 60% 以上とした圧延材とし、この圧延材のように、 60% を越える強度の圧延を行なうと、高温における熱膨張率が著しく小さい材料を得る事を見出した。即ち、この圧延材は、 $30\sim 800^\circ\text{C}$ の二次圧延方向の線膨張係数が $7.2\sim 8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ である。

【0048】これは圧延率を上げるに従い、複合体中のモリブデン粒子が圧延方向に伸び、複合体の微小構造が変化する事に起因するものである。

【0049】そこで、モリブデン-銅複合体を加工率を上げて圧延し、 400°C 以下での熱膨張係数を $8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下とし、このモリブデン-銅複合体の両面に熱伝導率の大きい銅層を一定の厚みで付与させる事により、熱伝導率がモリブデン-銅複合体より良く、且つクラッド材としての熱膨張係数が $9.0\times 10^{-6}/\text{K}$ を越えない〔銅/モリブデン-銅複合体/銅〕のクラッド材料(以下、CPCと呼ぶ)を得た。

【0050】尚、このような複合圧延板において、熱膨張係数が $8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ より大きい材料を放熱基板として用いた場合、パッケージングするためにアルミナ等とセラミックと銀ロー付けした際、熱収縮時に変形が起きたり接合部やセラミック自体に亀裂が発生してしまうため不適当となる。

【0051】更に、具体的に本発明の放熱基板の製造について図面を用いて説明する。

【0052】図2(a)及び(b)は、圧延前の複合体を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は(a)のA部分の拡大図である。また、図3(a)及び(b)は圧延後の複合体を示す斜視図であり、(a)は斜視図、(b)は(a)のB部分の拡大図である。

【0053】図2(a)及び(b)を参照すると、圧延前においては、Cu14マトリックス内部に円形のMo粒子13が分散している。一方、図3(a)及び(b)に示すように、圧延後においては、Cu14マトリックス内のMo粒子13は、圧延方向に扁平となるように押し潰された形状となっている。

【0054】図4は二次圧延率と、線膨張係数との関係を示す図であり、合わせて各状態における粒子構造の概

念図を示している。

【0055】図4に示すように、二次圧延率が増すにつれて、符号15a, b, c, dの順で次第にMo粒子が扁平になるとともに、直線16に示すように、直線的に線膨張係数が減少する傾向にあることが分かる。このように、本発明の製造方法で造ったモリブデンと銅の複合材料は圧延し加工率を上げるに従い熱膨張率を低下させる事が出来る。

【0056】本発明によって製造されたCPCは、CMCと比較して次のような特長がある。

【0057】まず、中間層がMo-Cu複合材であり銅が存在するため、銅と密着させる熱間圧延時の温度を下げる事ができ、これは省エネにつながり、しかも密着力が強い。また、合わせ材と中間材の変形能の差が小さいため圧延加工による層の変形が小さく品質的に安定する。熱的特性に関しては、水平(XY)方向の熱拡散のみならず、厚み(Z)方向にも銅が存在するためCMCより優れている。また、熱膨張率に関してはCu層の厚みを変化させることなく、中間層であるMo-Cu複合材料の加工率をコントロールすることによりセラミックとの整合性を許容できる熱膨張係数 $8.3\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下のものが得られるので問題はない。さらには、Niめっき性もMoの露出が少ないため、より良好である。

【0058】以下、本発明の圧延複合板の製造の具体例について説明する。

【0059】(例1)平均粒径 $4\mu\text{m}$ のモリブデン粉末を静水圧成形にて水圧 150MPa にて厚さ(T) $12.5\times 180\times 175\text{mm}$ の角板に成形し、これに $T5\times 175\times 175\text{mm}$ の銅板を載せ、水素雰囲気中で 1300°C で加熱し銅を溶融しモリブデン成形体中の空隙に含浸せしめ、 $T12\times 173\times 168\text{mm}$ の重量比で銅を 35% 含有するCu-Mo複合体を得た。この複合体を 200°C に加熱し、 20% 以下の圧下率で所望の厚さまで繰り返し一次圧延し、厚み $T_1\times 173\times L\text{mm}$ の複合圧延板とした。さらに、一次圧延方向と直角方向に室温にて二次(クロス方向)圧延し $T_2\times 1.1\text{mm}$ まで加工した。その結果の一覧を下記表1に示すが、二次圧延方向の 800°C における線膨張係数が $7.0\sim 8.4\times 10^{-6}/\text{K}$ の複合圧延板を得た。この圧延板A-Fから $10\times 40\text{mm}$ サイズの試験片を切り出し、ニッケルめっきを施して 99.5% 以上の Al_2O_3 を含むセラミック枠(一方の面をタングステンでメタライズした後、Niめっきをしたもの)とを銀-銅の共晶組成の銀ローにて 850°C に加熱ロー付けし、図1(a)及び(b)に示すようなセラミックパッケージを造り、Mo-Cuの底板の反りを測定した値を表2に示す。

【0060】線膨張係数が $8.4\times 10^{-6}/\text{K}$ 以上になる(圧延板A)と反り量が凸状に大きくなり、 $7.2\times 10^{-6}/\text{K}$ 以下になる(圧延板E, F)と凹状に反

りが大きくなるため、実際の基板に使うと不具合が生じた。

【0061】圧延板B-Dのものについては、反りが小*

* さく基板として使用しても問題はなかった。

【0062】

【表1】

種類	A	B	C	D	E	F
一次厚さ T_1 (mm)	3.1	3.7	3.4	5.5	8.0	12.0
二次厚さ T_2 (mm)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
二次圧延率 (%)	65	70	75	80	86	91
線膨張係数	二次圧延方向 (300-400°C)					
	(300-800°C)					
	9.0	8.7	8.5	8.1	7.7	7.5
	8.4	8.2	7.9	7.6	7.2	7.0

線膨張係数単位: $10^{-6}/K$

【0063】

※10※ 【表2】

種類	A	B	C	D	E	F
底板の変形 (μm)	+28~+22	+13~+1	+7~-15	-2~-15	-23~-35	-33~-45

<+: 凸反り, -: 凹反り>

【0064】(例2) 前記例1の圧延板Eの条件に準じて厚み18mmの含浸体を得、一次圧延で T_1 15mmまで延ばした後、二次圧延で T_2 3mmに仕上げたCu-Mo複合体の上下面に、 T_1 1mmのCu板でサンドイッチ状に挟み、800°Cに加熱された水素雰囲気電気炉に15分間保持した。これを初期圧下率10%で圧延機に通し(熱間圧延)、CuとCu-Mo複合体を圧着接合した。なお、CMC(Cu/Mo/Cu積層材)の場合は850°C以上の加熱が必要であり、また初期圧下率は20%以上必要とされ、CuとCu-Mo複合体の圧着の方がより経済的かつ容易である。

【0065】そして、酸化物等を除去するために表面処理を行った後、10%以下の圧下率で繰り返し圧延し、 T_2 2mmのCu/Cu-Mo複合体/Cuのクラッド材とした。尚、この時の層比率は1:4:1であり、以下、CPC141と呼称する。

【0066】このCPC141の400°Cにおける線膨張係数は $8.2 \times 10^{-6}/K$ であり、この圧延板から前記例1と同様の方法でAlNを含むセラミック棒とをハンダ付けし、例1と同様セラミックパッケージを造り、Mo-Cuの底板の反りを測定した結果、+10 μm (凸反り)と良好であった。また、ハンダ付け部あるいはセラミック部分に亀裂等の不具合は生じなかった。

【0067】(例3) 前記例1の圧延板Dの条件で圧延し得られた厚み T_1 1mmのCu-Mo複合体の上下面に、 T_0 4mmのCu板でサンドイッチ状に挟み、前記例2と同様の方法で圧延圧着し、 T_1 0mmのCu/Cu-Mo複合体/Cuのクラッド材CPC(層比率1:4:1)を得た。このCPC141の800°Cにおける線膨張係数は $8.2 \times 10^{-6}/K$ であり、この圧延板から例1と同様の方法でAl₂O₃を含むセラミック棒とをAgロー付けし、例1と同様セラミックパッケージを造り、Mo-Cuの底板の反りを測定した結果、+11 μm (凸反り)と良好であった。また、ロー付け部あるいはセラミック部分に亀裂等の不具合は生じなかった。

【0068】(例4) 前記例1の圧延板Eの条件で圧延し得られた厚み T_1 1mmのCu-Mo複合体の上下面に T_0 4mmのCu板でサンドイッチ状に挟み、前記例2と同様の方法で圧延圧着し、 T_1 0mmのCu/Cu-Mo複合体/Cuのクラッド材CPC(層比率1:4:1)を得た。このCPC141の800°Cにおける線膨張係数は $7.8 \times 10^{-6}/K$ であり、この圧延板から例1と同様の方法で、Al₂O₃を含むセラミック棒とをAgロー付けし、例1と同様セラミックパッケージを造り、Mo-Cuの底板の反りを測定した結果、+5 μm (凸反り)と良好であった。また、ロー付け部あるいはセラミック部分に亀裂等の不具合は生じなかった。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、熱伝導率がCMCクラッド材より勝れ、且つ容易に打ち抜きプレスにて加工出来るセラミックパッケージの放熱基板としての半導体搭載用放熱基板及びその製造方法を提供することができる。

【0070】また、本発明によれば、セラミックとロー付けしても熱歪みによる諸問題が発生しない熱膨張特性を持つ銅クラッド型半導体搭載用放熱基板及びその製造方法を提供することができる。

【0071】さらに、本発明によれば、前記したような利点を備えた銅クラッド型半導体搭載用放熱基板において、Niメッキを施さずに接合されたこの放熱基板を搭載したセラミックパッケージ及びその製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)及び(b)は本発明の実施の形態による圧延複合板を搭載したセラミックパッケージの種々の例を示す図である。

【図2】(a)及び(b)は、圧延前の複合体を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は(a)のA部分の拡大図である。

【図3】(a)及び(b)は圧延後の複合体を示す図で

13

14

あり、(a)は斜視図、(b)は(a)のB部分の拡大図である。

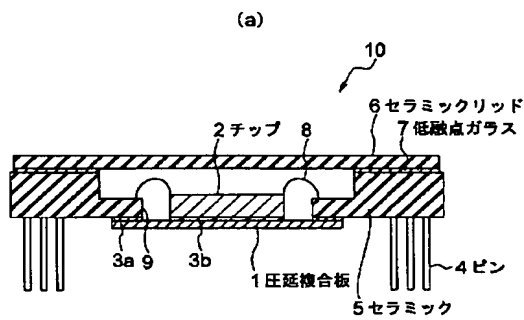
【図4】圧延率と線膨張係数との関係を示す図であり、合わせて各状態における粒子構造の概念図を示している。

【符号の説明】

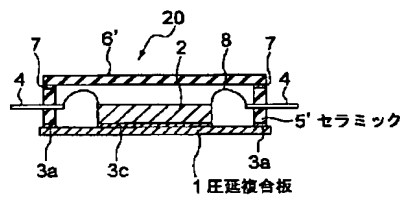
- 1 圧延複合板
- 2 半導体チップ
- 3 a 銀ロー
- 3 b 接着剤

- * 3 c AuSn半田
- 4 ピン
- 5, 5' セラミック
- 6, 6' セラミックリッド
- 7 低融点ガラス
- 8 ボンディングワイヤ
- 9 穴部
- 10, 20 セラミックパッケージ
- 13 Mo粒子
- * 10 14 Cu

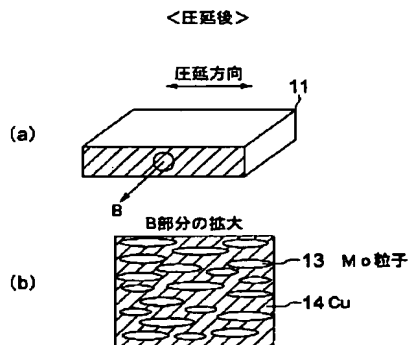
【図1】



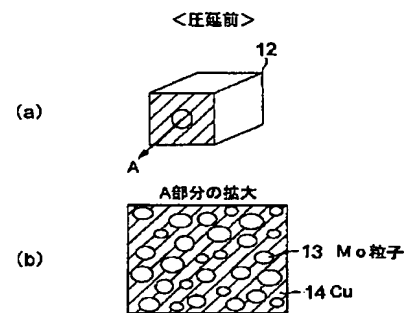
(b)



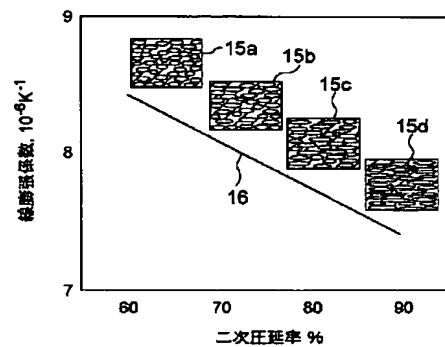
【図3】



【図2】



【図4】



圧延率と線膨張係数の関係

フロントページの続き

(72)発明者 有川 正
東京都台東区北上野二丁目23番5号 株式
会社アライドマテリアル内

(72)発明者 天野 良成
山形県酒田市大浜二丁目1番12号 株式会
社アライドテック内

(72)発明者 前里 英俊
山形県酒田市大浜二丁目1番12号 株式会
社アライドテック内

(72)発明者 林 秀史
山形県酒田市大浜二丁目1番12号 株式会
社アライドテック内

(72)発明者 村井 洋
山形県酒田市大浜二丁目1番12号 株式会
社アライドテック内

Fターム(参考) 5F036 AA01 BA23 BB01 BB08 BD01